

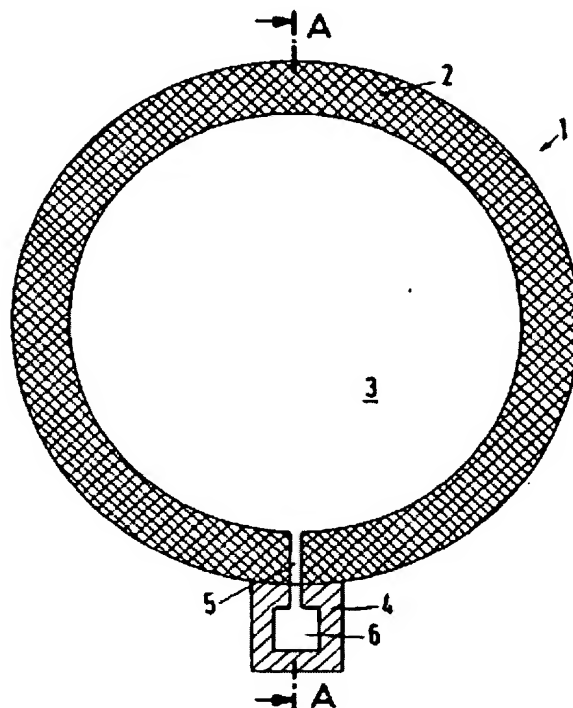
**Leak detector for diaphragm pump - uses laminate diaphragm with evacuate internal space connected to part with contacts which close if pressure arises because of leak**

Veröffentlichungsnummer DE4027027  
Veröffentlichungsdatum: 1992-03-05  
Erfinder FREISSLER BERND (DE)  
Anmelder: PROMINENT DOSIERTECHNIK GMBH (DE)  
Klassifikation:  
- Internationale: F04B43/02; F04B51/00  
- Europäische: F04B43/00D9B  
Aktenzeichen: DE19904027027 19900827  
Prioritätsaktenzeichen: DE19904027027 19900827

#### Zusammenfassung von DE4027027

A fracture in an at least double-walled diaphragm of a diaphragm pump is detected by the rise in pressure caused by the fracture, this increase being recorded directly in and/or on the diaphragm itself. The outer membranes of the diaphragm are pref. made of a substrate material which can be bonded to a PTFE film. A laminar diaphragm has a outer PTFE film in contact with the liq., concerned and bonded to another PTFE layer and then to a Neoprene film. The composite is circular and is gripped at top and bottom (7,8); it makes oscillations from the pump action. It has a static part addn. (4) at one end, which is connected to the main body (3) and contains a response/signal member (6).

ADVANTAGE - The system enables any fracture to be detected simply. (6pp  
Dwg.No.1/10)





DES REPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 40 27 027 C 2**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 04 B 43/02**  
F 04 B 51/00

(1)  
**DE 40 27 027 C 2**

②① Aktenzeichen: P 40 27 027.0-15  
②② Anmeldetag: 27. 8. 90  
④③ Offenlegungstag: 5. 3. 92  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 7. 4. 94

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**

ProMinent Dosiertechnik GmbH, 69123 Heidelberg,  
DE

⑦④ **Vertreter:**

Knoblauch, U., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Knoblauch, A.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 60320 Frankfurt

⑦② **Erfinder:**

Freissier, Bernd, 6912 Dielheim, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:**

DE-AS. 15 28 500  
DE 37 29 726 A1  
DE 26 20 228 A1  
US 45 69 634  
US 36 61 060

⑤④ **Verfahren zur Erkennung einer Bruchstelle in einer Membran und Membranfördereinheit**

**DE 40 27 027 C 2**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung einer Bruchstelle in einer aus mindestens zwei Einzelmembranen bestehenden Membran einer Membranförderereinheit und eine Membranförderereinheit.

Es sind beispielsweise aus DE-OS 26 20 228 Kolbenmembranpumpen bekannt, deren Membran aus mindestens drei aufeinanderliegenden Einzelmembranen besteht. Der Zwischenraum zwischen den Einzelmembranen ist mit einer Pufferflüssigkeit angefüllt. Die mittlere Membran ist mit Schlitzen versehen, die über eine Bohrung mit einer Anzeigevorrichtung in Verbindung stehen, die einen Membranbruch signalisiert. Bei einem Membranbruch tritt in den Zwischenraum der Membran zusätzlich Förder- oder Hydraulikflüssigkeit, die auf die Anzeigevorrichtung einwirkt. Dabei kommt es zu Vermischungen zwischen Förder- oder Hydraulikflüssigkeit und Pufferflüssigkeit, was insbesondere bei der Förderung von aggressiven Flüssigkeiten vermieden werden sollte.

Des weiteren wird bei anderen bekannten Membranpumpen eine Druckleitung vom Zwischenraum der Einzelmembrane aus dem Gehäuse nach außen zu einer Anzeigevorrichtung geführt. Diese Druckleitungen sind insbesondere außerhalb der Pumpengehäuse sehr anfällig gegen Abknicken oder Quetschen, wodurch sie im Laufe der Zeit undicht werden.

Aus US-PS 3 661 060 ist ein Verfahren zur Erkennung einer Bruchstelle einer aus mindestens zwei Einzelmembranen bestehenden Membran einer Membranförderereinheit bekannt, bei dem eine durch die Bruchstelle in der Membran bedingte Druckerhöhung mit Hilfe einer Druckerfassungseinheit erfaßt wird. Zwischen den beiden Einzelmembranen ist eine Mittelplatte angeordnet, die entweder eine Nut oder Perforationslinien aufweist. Die mittlere Platte hat gegenüber den Einzelmembranen einen verminderten Durchmesser. Die Nut oder die Perforationsschlitze stehen über eine Leitung mit einem Druckmesser und weiter über eine Leitung mit einem Druckschalter in Verbindung. Wenn nun eine der beiden Einzelmembrane bricht, strömt entweder das Arbeitsfluid oder das zu fördernde Fluid durch die Nut oder die Perforationsschlitze in die Leitung zum Druckmesser, so daß der Druckanstieg am Druckmesser sichtbar wird. Ferner kann der Druckschalter die weitere Förderung des Arbeitsfluids unterbrechen.

Es ist nun Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit deren Hilfe Bruchstellen in einer Membran einer Membranförderereinheit auf einfache Weise sicher erkannt werden können.

Diese Aufgabe wird durch das im Anspruch 1 angegebene Verfahren gelöst.

Die Erfassungseinheit ist dabei in die Membran integriert, oder unmittelbar an ihr installiert. Dadurch entfallen zum einen mechanische Übertragungsmittel, wie Pufferflüssigkeiten, die eine durch einen Membranbruch bedingte Druckerhöhung zu einer Erfassungseinheit übermitteln, zum andern aber auch anfällige Druckleitungen von der Membran zu einer Erfassungseinheit für die Übertragungsmittel. Ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Erfassungseinheit auch im Gehäuse der Membranförderereinheit integriert, so führt lediglich ein elektrischer Anschluß nach außen. Die Erfassungseinheit ist mechanisch geschützt. Es wird eine Verformung der Membran in einem vorbestimmten Bereich erfaßt. Durch die durch eine Bruchstelle oder allgemein Be-

schädigung einer Einzelmembran bedingte Druckerhöhung in der Membran dehnt sich die Membran, so daß dieses Phänomen zur Erkennung von Bruchstellen oder Beschädigungen in der Membran bei der vorliegenden Erfindung herangezogen wird.

Die Aufgabe wird auch durch eine Membranförderereinheit nach Anspruch 2 gelöst.

Beispielsweise herrscht in dem Raum zwischen den beiden Einzelmembranen ein absoluter Druck von 0,3 bar oder ein Unterdruck gegenüber Atmosphäre von 0,7 bar. Bei einer Membranförderereinheit wird ein Hubvolumen einer Hydraulikflüssigkeit an die Förderflüssigkeit weitergegeben. Der Druckhub wird innerhalb der Membran durch die Berührung der Einzelmembrane durch mechanische Kopplung übertragen, während der Saughub durch den Unterdruck zwischen den Einzelmembranen weitergeleitet wird. Dabei ist der Raum zwischen den Einzelmembranen frei von Flüssigkeit. Bei einer Verletzung einer der äußeren Einzelmembrane dringt entweder Hydraulikflüssigkeit oder Förderflüssigkeit in die Membrane ein, wodurch sich die Druckverhältnisse innerhalb der Membran von Unterdruck zu Förder- oder Arbeitsflüssigkeitsdruck ändern. Es kann sogar zeitweilig Überdruck auftreten. Dieser Druckanstieg kann indirekt durch die aus ihm folgende Verformung der Membran ermittelt werden. Der dynamische Bereich der Membran führt entsprechend der Bewegung der Hydraulikflüssigkeit eine oszillierende Bewegung aus, während der statische Bereich dieser Bewegung nicht folgt. Da über den dynamischen Bereich die Förderung einer Flüssigkeit erfolgt, ist dieser Bereich der Arbeitsbereich der Membran. Die Trennung in die beiden Bereiche erleichtert die Fehlererfassung, da jede Zustandsänderung im statischen Bereich ungewollt ist und auf einen Fehler hinweist. Der dynamische Bereich bildet ein geschlossenes System. In dem statischen Bereich ist ein Meß- bzw. Signalbereich vorgesehen, in dem die Verformung erfaßt werden kann. In dem statischen Bereich sind Messungen sicherer und schneller durchzuführen.

Besonders bewährt hat es sich, daß die äußeren Einzelmembrane aus einem Trägermaterial bestehen, die gegebenenfalls flüssigkeitsseitig mit einer PTFE-Folie verbunden sind. Durch diese Ausgestaltung wird die Stabilität der äußeren Einzelmembrane erhöht. Als Trägermaterial eignet sich beispielsweise Neopren, mit dem insbesondere auf der Außenseite, die der Förderflüssigkeit zugewandt ist, eine PTFE-Folie verklebt oder aufvulkanisiert ist.

Des weiteren ist von großem Vorteil, daß zwischen den äußeren Einzelmembranen mindestens eine weitere Einzelmembran, vorzugsweise aus PTFE, angeordnet ist. Diese mittlere Einzelmembran trennt die äußeren Einzelmembranen und ist mit keiner der äußeren Einzelmembrane verbunden. Sie liegt lose dazwischen und verhindert auf diese Weise, daß die Trägermaterialschichten der äußeren Einzelmembrane aneinander haften oder gar miteinander verkleben, so daß im Falle eines Membranbruchs eine Druckerhöhung im Innenraum der Membran ungehindert und unmittelbar wirksam werden und die Druckerfassungseinheit beaufschlagen kann.

Außerdem hat es sich als vorteilhaft erwiesen, daß die Membran an ihrer Peripherie einen Einspannbereich aufweist, in dem die Einzelmembrane vulkanisiert oder miteinander verklebt sind. An diesem Einspannbereich ist die Membran zwischen einem Pumpendeckel und einem Pumpengehäuse einer Membranpumpe fest ein-

gespannt. Durch die Vulkanisierung oder Verklebung der Einzelmembrane in dem Einspannbereich wird erreicht, daß die Membran in diesem Bereich dicht ist. Bei der Fertigung wird in dem Innenraum der Membran ein Vakuum gezogen und anschließend die Vulkanisierung bzw. Verklebung durchgeführt. Durch den Einspannbereich führt ein Kanal, der den Raum zwischen den Einzelmembranen im dynamischen und im statischen Bereich miteinander verbindet. Ein Unterdruck oder ein druckloser Zustand zwischen den Einzelmembranen ist eine grundsätzliche Voraussetzung für das sichere Funktionieren der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erkennung einer Bruchstelle in der Membran.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß eine Erfassungseinheit zur Erfassung der Verformung im statischen Bereich vorgesehen ist. Der Druckanstieg wird über die Verformung von der Erfassungseinheit direkt in oder an der Membran erfaßt, bevor die Membran vollständig durchbrochen ist und eine Vermischung von Hydraulikflüssigkeit und Förderflüssigkeit erfolgt ist. Die Aufteilung der Membran in einen dynamischen und einen statischen Bereich sowie die Anordnung der Erfassungseinheit im statischen Bereich hat den Vorteil, daß die Erfassungseinheit und deren Verbindung vom Innenraum des Gehäuses nach außen keinen dynamischen Belastungen ausgesetzt ist, die die Lebensdauer der Erfassungseinheit beeinträchtigen könnten.

Zur Erkennung der Druckveränderung in der Membran hat es sich beispielsweise bewährt, daß die Erfassungseinheit als Kontaktschalter ausgebildet ist. Je nach Ausführungsform dieses Schalters schließt oder öffnet sich bei einer durch die Druckerhöhung bedingten Verformung ein elektrischer Kontakt, wodurch eine Auswertungseinheit ein Signal erzeugt, das nach außen übermittelt wird.

Mit Vorteil ist der Kontaktschalter durch Plättchen aus elektrisch leitendem Material gebildet, die in den äußeren Einzelmembranen angeordnet sind und, gegebenenfalls durch eine Durchbrechung in der inneren Einzelmembran, miteinander in Berührung stehen. Bei einem Druckanstieg in dem Raum zwischen den Einzelmembranen werden sich die Einzelmembrane geringfügig voneinander entfernen und den Kontakt zwischen den beiden Plättchen unterbrechen. Die dadurch bewirkte Unterbrechung eines Stromflusses kann unmittelbar als Membranbruch-Erkennungssignal verwendet werden.

Als weitere, indirekte Möglichkeit zur Erkennung der Druckänderung infolge eines Membranbruchs ist es möglich, daß die Erfassungseinheit als Dehnungsmeßstreifen ausgebildet ist. Auch bei dieser Meßmethode wird die Druckerhöhung über die Dehnung der Membranoberfläche erfaßt.

Alle genannten technischen Möglichkeiten zur Erkennung einer Druckerhöhung in oder an der Membran werden im statischen Bereich der Membran ohne direkten Kontakt mit der Hydraulikflüssigkeit oder der Förderflüssigkeit durchgeführt. Das Signal "Membran gebrochen" wird ausgewertet und die Anlage außer Betrieb gesetzt, bis die Störung beseitigt ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Darin zeigen:

Fig. 1 eine Mehrschichtmembran in der Draufsicht,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch die Mehrschichtmembran gemäß Fig. 1 entlang der Linie A-A,

Fig. 3 eine vergrößerte Teilansicht der Mehrschicht-

membran aus Fig. 2,

Fig. 4 eine weitere vergrößerte Teilansicht der Mehrschichtmembran aus Fig. 2,

Fig. 5 einen Ausschnitt aus der Mehrschichtmembran mit einem Kontaktschalter,

Fig. 6 einen Schnitt entlang der Linie D-D in Fig. 5,

Fig. 7 einen weiteren Ausschnitt aus der Mehrschichtmembran mit einem alternativen Kontaktschalter,

Fig. 8 einen Schnitt entlang der Linie F-F in Fig. 7,

Fig. 9 einen Ausschnitt aus einer Mehrschichtmembran mit einem Dehnungsmeßstreifen,

Fig. 10 einen Schnitt entlang der Linie I-I in Fig. 9.

Fig. 1 bis 4 zeigen eine Mehrschichtmembran 1, die einen Förderraum X von einem mit Hydraulikflüssigkeit gefüllten Hydraulikraum Y einer nicht näher dargestellten Membranförderpumpe trennt. Die Membran 1 weist einen Einspannbereich 2, einen dynamischen Bereich 3 und einen statischen Bereich 4 auf. Am Einspannbereich 2 wird die Membran 1, beispielsweise zwischen einem Gehäuse 7 und einem Pumpendeckel 8 der nicht näher dargestellten Membranförderpumpe eingespannt (vgl. Fig. 2). Der dynamische Bereich 3 entspricht dem Arbeitsbereich der Membran 1, der oszillierende Bewegungen entsprechend einer Kolbenbewegung der Membranförderpumpe ausführt. Die maximale Bewegung der Membran 1 ist in Fig. 2 als strich-punktierte Linie dargestellt. Ein Verbindungskanal 5 verbindet den dynamischen Bereich 3 mit dem statischen Bereich 4, in dem ein Meß-Signalebereich 6 angeordnet ist. Die Membran 1 erstreckt sich über einen Verbindungskanal 5 in den statischen Bereich 4.

Fig. 3 und 4 zeigen jeweils vergrößerte Teilansichten der Membran 1 von Fig. 2. Der Übersichtlichkeit wegen wurde auf die Darstellung des Gehäuses 7 und des Pumpendeckels 8 im Einspannbereich 2 verzichtet. Die in der Zeichnung dargestellte Membran 1 ist aus drei Einzelmembranen 9, 10, 11 aufgebaut. Die Einzelmembran 9 besteht aus einer PTFE-Schicht 12, die mit einem Trägermaterial 13, beispielsweise Neopren, verbunden ist. Die PTFE-Schicht 12 ist auf der Außenseite der Einzelmembran 9 angeordnet, die mit der Förderflüssigkeit in Kontakt kommt. Sie erstreckt sich bis in den unteren Einspannbereich 2. Die Einzelmembran 10 ist eine PTFE-Schicht, mit einer Stärke von ca. 0,12 mm. Die Einzelmembran 11 besteht aus einem Trägermaterial, beispielsweise Neopren. Die Einzelmembran 10 verhindert, daß die zwei Einzelmembrane 9, 11 miteinander verkleben. Im Einspannbereich 2, sowie am äußeren Rand des statischen Bereichs 4 sind die Einzelmembrane 9, 10, 11 miteinander verklebt oder vulkanisiert, wie dies in Fig. 3 mit einer Wellenlinie angedeutet ist.

Fig. 5 und 6 zeigen schematisch eine erste Variante eines Kontaktschalters 14, der einen Membranbruch erkennt und eine dadurch hervorgerufene Druckerhöhung einer Auswertungseinheit 15 übermittelt, die ein Signal S nach außen weitergibt. Der Kontaktschalter 14 besteht im wesentlichen aus zwei Metallplättchen, die beidseitig der Membran angeordnet sind und über eine Durchbrechung der Membran 1 miteinander in Kontakt stehen. Die Metallplättchen können in die Einzelmembrane 9, 11 eingeklebt oder einvulkanisiert sein. Ihre Befestigung in den Einzelmembranen 9, 11 darf die Druckdichtigkeit des Raumes zwischen den Einzelmembranen 9, 11 nicht beeinflussen. Bei einem Membranbruch wird infolge einer Membrandehnung der Kontakt unterbrochen. Ein Signal S "Membran gebrochen" wird nach außen übermittelt.

Der in Fig. 7 und 8 dargestellte Kontaktschalter 16

erfaßt die Dehnung der Membranoberfläche infolge eines Membranbruchs. Hier wird beispielsweise beim Membranbruch ein Kontakt geschlossen. Die bei einem Membranbruch in dem Raum zwischen den Einzelmembranen 9, 11 erfolgende Druckerhöhung bewegt die Einzelmembran 9 gegen einen Kontakt des Druckschalters 16, der nach einem vorbestimmten Weg schaltet, also eine elektrische Verbindung herstellt.

In Fig. 9 und 10 ist ein Dehnungsmeßstreifen 22 schematisch dargestellt. Hier wird der Druck über die Dehnung der Membran 1 erfaßt und angezeigt. Bei innerer Druckerhöhung dehnt sich die Membran 1, sowohl im dynamischen 3 als auch im statischen 2 Bereich aus.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung einer Bruchstelle in einer aus mindestens zwei Einzelmembranen bestehenden, einen Arbeitsbereich, einen Einspannbereich und einen sich daran nach außen anschließenden statischen Bereich aufweisenden Membran einer Membranfördereinheit, bei dem eine durch die Bruchstelle in der Membran bedingte Druckerhöhung in dem statischen Bereich (4) der Membran mittels einer Verformung der Membran erfaßt wird.

2. Membranfördereinheit mit einer aus mindestens zwei Einzelmembranen, die an ihrem Rand fest miteinander verbunden sind und wobei zwischen den Einzelmembranen (9, 11) ein druckloser Zustand oder ein Unterdruck herrscht, bestehenden Membran, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, die einen Arbeitsbereich (3), einen Einspannbereich und einen sich daran nach außen anschließenden statischen Bereich (4) aufweist, wobei zwischen dem Arbeitsbereich und dem statischen Bereich ein Verbindungskanal (5) angeordnet ist und bei einem Druckanstieg zwischen den Einzelmembranen (9, 11) im Arbeitsbereich (3) mindestens eine der Einzelmembranen (9, 11) in dem statischen Bereich (4) verformbar ist.

3. Membranfördereinheit nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Einzelmembrane (9, 11) aus einem Trägermaterial (13) bestehen, die gegebenenfalls flüssigkeitsseitig mit einer PTFE-Folie (12) verbunden sind.

4. Membranfördereinheit nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den äußeren Einzelmembranen (9, 11) mindestens eine weitere Einzelmembran (10), vorzugsweise aus PTFE, angeordnet ist.

5. Membranfördereinheit nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelmembranen (9, 10, 11) an ihrer Peripherie vulkanisiert oder miteinander verklebt sind.

6. Membranfördereinheit nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Erfassungseinheit (14, 16, 22) zur Erfassung der Verformung im statischen Bereich (4) vorgesehen ist.

7. Membranfördereinheit nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinheit als Kontaktschalter (14, 16) ausgebildet ist.

8. Membranfördereinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kontaktschalter (14) durch zwei in den äußeren Einzelmembranen (9, 11) angeordnete Plättchen aus elektrisch leitendem Material gebildet sind, die miteinander in Berührung stehen.

9. Membranfördereinheit nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinheit als Dehnungsmeßstreifen (22) ausgebildet ist, der eine Verformung der Oberfläche der Membran ermittelt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

